

**Title**

Continuous solid fuel gasification plant - with loop contg. dryer reactor and final ash treatment sections

**Patent Data**

**Patent Family** DE2512315 A 19760226 DW1976-10 \* CA1030349 A 19780502 DW1978-20

**Priority n°** 1974US-0496638 19740812

**Covered countries** 2

**Publications count** 2

**Abstract**

**Basic Abstract**

DE2512315 A A gasification plant for the production of synthesis gas from coal and other fuel includes a dryer section which receives the moist carbonaceous fuel and hot synthesis gas from the reactor section. A final treatment section receives a gas containing steam and oxygen, and a residue containing hot ash from the reactor section. The reactor section is charged with dry carbonaceous particles from the dryer section and with gas containing hot steam and oxygen from the final treatment section to produce a reaction for a yield of hot synthesis gas and a residue containing ash. This method is suitable for a wide variety of fuels from coal to wood waste and urban refuse. It maximizes the production of carbon monoxide and hydrogen and minimizes the production of coal tar, acids and other condensable by-products. The inexpensive synthesis gas is a substitute for natural gas and can be used in the manufacture of methane, methanol or ammonia.

**Patentee, Inventor**

**Patent assignee** (CAME-) CAMERON ENGS INC (MINT-) MINTECH CORP

**IPC** C10J-003/22

**Accession Codes**

**Number** 1976-17187X [10]

**Codes**

**Manual Codes** CPI: H09-C

**Derwent Classes** H09

**Updates Codes**

**Basic update code** 1976-10

**Equiv. update code** 1978-20

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑤

Int. Cl. 2:

C 10 J 3-22

⑱ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DT 25 12 315 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 25 12 315

⑰

Aktenzeichen: P 25 12 315.3

⑳

Anmeldetag: 20. 3. 75

㉔

Offenlegungstag: 26. 2. 76

㉔

Unionspriorität:

㉔ ㉔ ㉔

12. 8. 74 USA 496638

⑤④

Bezeichnung:

Einrichtung zur kontinuierlichen Vergasung von kohlenstoffhaltigem Material

⑦①

Anmelder:

Mintech Corp., Denver, Col. (V.St.A.)

⑦④

Vertreter:

Menges, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8011 Pöding

⑦②

Erfinder:

Hand, John Weems, Aurora, Col. (V.St.A.)

DT 25 12 315 A1

2512315

Patentanwalt  
Dipl.-Ing. Rolf Menges

8011 Pöding/München

Hubertusstrasse 20

Telefon (08106) 2176

Telegramme

PATENTMENGENES Zorneding

Commerzbank München

4406120

Postscheck München

307487-803

Tag/Date

19. März 1975

Anwaltsakte: M 109

Mintech Corporation

Denver, Colorado 80210, V.St.A.

---

Einrichtung zur kontinuierlichen Vergasung von kohlenstoff-  
haltigem Material

---

Die Erfindung bezieht sich auf Einrichtungen, die bei der Vergasung von festem kohlenstoffhaltigem Material verwendbar sind, und betrifft insbesondere eine Einrichtung zur kontinuierlichen Herstellung von Synthesegas aus festen kohlenstoffhaltigen Brennstoffen.

Die Vergasung von Kohle und anderen kohlenstoffhaltigen Materialien ist ein altes und bekanntes Verfahren. In jüngerer

609809/0641

Zeit werden Erdgas und Erdöl in grossem Umfang als Kohlenwasserstoff-Brennstoffe und -Ausgangsmaterialien für Herstellungsprozesse verwendet. Die Knappheit von Erdgas und Erdöl hat jedoch zu einer Wiedererneuerung des Interesses an Kohle als einer natürlichen Hilfsquelle geführt. Erläuterungen zu der bekannten Technologie der Kohlevergasung finden sich in Perry, H., "The Gasification of Coal", Scientific American, Band 230, Nr. 3, S. 19 bis 25, März 1974, Osborn, E.F., "Coal and the Present Energy Situation", Science, Band 183, Nr. 4124, S. 477 bis 481, 8. Februar 1974, und Conn, A.L., "Low B.T.U. Gas for Power Plants", Chemical Engineering Progress, Band 69, Nr. 12, S. 56 bis 61, Dezember 1973.

Hauptziel der Erfindung ist es, eine verbesserte Einrichtung zur kontinuierlichen Vergasung von festen kohlenstoffhaltigen Brennstoffen, einschliesslich Kohle, Braunkohle, Knochenkohle, Holzabfällen, Mist und festen kohlehaltigen städtischen Abfällen, zu schaffen, zur Erzeugung eines Synthesegases, welches als Brennstoff oder zur weiteren Verarbeitung geeignet ist und hauptsächlich Mengen von Wasserstoff, Kohlenoxiden und Wasserdampf enthält.

Die Erfindung schafft eine Einrichtung der vorgenannten Art, welche die Erzeugung von Kohlenmonoxid und Wasserstoff maximiert und die Erzeugung von Kohleteeren, Säuren und anderen kondensierbaren Nebenprodukten minimiert.

Weiter schafft die Erfindung eine verbesserte Einrichtung zum Erzeugen eines billigen Synthesegases, aus welchem ein Ersatz für Erdgas hergestellt werden kann, wie etwa ein Synthesegas, welches bei einem anschliessenden Verfahren zur Erzeugung von Methan, Methanol oder Ammoniak von Nutzen ist.

Ferner schafft die Erfindung eine neue und verbesserte Einrichtung zum Erzeugen von Synthesegas aus festen kohlehaltigen Materialien, bei welcher eine Vorbehandlung des kohlehaltigen Materials zum Entfernen von Bestandteilen, welche ein Zusammenbacken oder eine Agglomeration und infolgedessen ein Verschmutzen der Vergasungsanlage verursachen, nicht erforderlich ist.

Weiter schafft die Erfindung eine Vergasungseinrichtung der vorgenannten Art, welche in der Lage ist, bei hohen Temperaturen und Drücken zu arbeiten und für einen beständigen, turbulenten Strom der Reaktionsmittel zu sorgen.

In der Einrichtung nach der Erfindung wird ein feinverteiltes, festes, kohlenstoffhaltiges Material, beispielsweise Kohle, Braunkohle, Sägemehl, Mist, Knochenkohle oder ein anderes geeignetes kohlenstoffhaltiges Ausgangsmaterial, in einem Strom von heissem, in dem Prozess hergestelltem Synthesegas in einem rohrförmigen Trocknerabschnitt getrocknet. Das getrocknete kohlenstoffhaltige Material wird von dem feuchten Synthesegasstrom in einem Abscheider getrennt, von welchem aus es einem horizontalen rohrförmigen Reaktorabschnitt zugeführt wird, in welchem es durch teilweise Verbrennung und gleichzeitige Vergasung innerhalb eines bewegten, stark turbulenten Stroms von Sauerstoff oder Luft und Dampf in Synthesegas umgewandelt wird. Die Einrichtung arbeitet bei Atmosphärendruck oder bei einem höheren Druck, der entsprechend der beabsichtigten anschliessenden Verarbeitung des Synthesegases festgelegt wird. Das in der Einrichtung hergestellte Synthesegas besteht hauptsächlich aus Wasserstoff, Kohlenoxiden und Wasserdampf mit geringen Verunreinigungen und kann direkt als ein Brennstoff oder als Speisegas für die Synthese von Ammoniak, Methanol oder Methan

verwendet werden. Ausserdem maximiert die Einrichtung nach der Erfindung die Erzeugung von Kohlenmonoxid und Wasserstoffgasen und minimiert die Erzeugung von Kohleteeren, Säuren und anderen kondensierbaren Nebenprodukten, welche Komplikationen bei anschliessenden Syntheseoperationen hervorrufen.

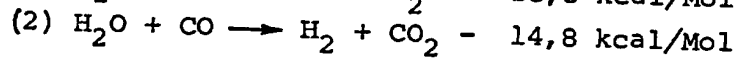
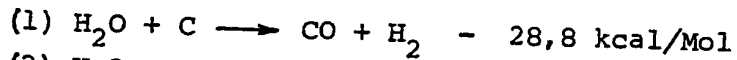
Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung.

Die einzige Figur der Zeichnung zeigt die Einrichtung nach der Erfindung.

Für die Verwendung in der Einrichtung nach der Erfindung wird ein festes kohlenstoffhaltiges Material, zum Beispiel Kohle, Braunkohle, Sägemehl oder anderer Holzabfall, Mist, Knochenkohle, Papier oder fester kohlenstoffhaltiger Stadtmüll, durch Mahlen oder Pulverisieren in eine feinverteilte Form gebracht und der in ihrer Gesamtheit mit 10 bezeichneten Einrichtung zugeführt. In der Einrichtung 10 wird das Teilchenmaterial in dem heissen, bewegten Strom des in einem Vergasungsabschnitt 12 hergestellten Synthesegases getrocknet. Das getrocknete kohlenstoffhaltige Teilchenmaterial wird dann dem Vergasungsabschnitt 12 zugeführt, in welchem es auf eine Temperatur aufgeheizt wird, die ausreichend hoch ist, damit durch einen Prozess teilweiser Verbrennung und gleichzeitiger Vergasung innerhalb eines bewegten Stroms von Sauerstoff oder Luft vermischt mit Dampf Synthesegas erzeugt wird. Das Verfahren kann bei Atmosphärendruck, etwa  $1 \text{ kp/cm}^2$  absoluter Druck (15 p.s.i.a.), oder bei höheren Drücken bis in die Nähe von  $140 \text{ kp/cm}^2$  absoluter Druck (2 000 p.s.i.a.) ausgeführt werden, je nach der gewünschten Zusammensetzung des Synthesegases. Die gewünschte Gaszusammensetzung wiederum wird durch die

beabsichtigte Verwendung und anschliessende Verarbeitung des Synthesegases festgelegt. Die Temperatur innerhalb der Vergasungszone liegt allgemein in dem Bereich von 1 000 °C bis 1 250 °C.

Bei der Herstellung von Synthesegas mit einer Zusammensetzung, die für die Herstellung von Methanol und Methan von Nutzen ist, muss das Molverhältnis von Wasserstoff (H<sub>2</sub>) zu Kohlenmonoxid (CO) in der Grössenordnung von 2 : 1 oder darüber liegen. Das erfordert, dass Wasserdampf eines der Reaktionsmittel ist, das mit der Kohle oder anderem kohlehaltigem Material reagiert, um den Wasserstoff zu erzeugen. Es ist bekannt, dass die Einwirkung von Dampf bei hoher Temperatur auf Kohle oder kohlehaltiges Material, welches auf Glüh-temperatur ist, nach den folgenden Grundgleichungen abläuft, wobei die Gleichgewichtsbedingungen von der vorherrschenden Temperatur und dem vorherrschenden Druck abhängig sind:



Oberhalb einer Temperatur von 1 000 °C folgt die vorherrschende Reaktion der Gleich.(1). Zum Erzeugen eines wasserstoffreichen Gases gemäss den Gleichungen (1) und (2) müssen zwei Moleküle Wasser mit einem Molekül Kohlenstoff reagieren. Das zum Vergasen der Kohle benötigte Gewicht an Wasser kann von 0,68 kp Wasser pro 0,45 kp Kohle für die Gleichung (1) bis zum Doppelten dieser Menge für eine vollständige Reaktion zum Erzeugen von Wasserstoff und Kohlendioxid reichen. Demgemäss wird eine grosse Betriebswassermenge zur Synthesegasherstellung benötigt. Durch Verwendung eines kohlehaltigen Materials, welches einen hohen Wassergehalt hat, kann ein wesentlicher Teil des benötigten Wassers, wenn nicht gar das



gesamte Wasser erzeugt werden, indem zuerst das feuchte, teilchenförmige kohlehaltige Material durch Berührung mit dem heissen Synthesegas getrocknet wird, durch Kondensation das Wasser von dem Synthesegas getrennt und das Wasser zum Herstellen von Dampf für die Reaktion mit dem getrockneten teilchenförmigen kohlehaltigen Material in einer Sauerstoffatmosphäre verwendet wird.

Zur Verringerung oder Beseitigung des Problems des Zusammenbackens oder der Agglomeration des kohlenstoffhaltigen Materials bei der Reaktionstemperatur wird ein kräftiger, stark turbulenter Strom der kohlehaltigen Teilchen in einem bewegten System verwendet. Ausserdem ist es erwünscht, dass das kohlehaltige Material der Reaktion für eine äusserst kurze Zeit ausgesetzt ist, so dass die Asche daran gehindert wird, zu schmelzen und sich an den Reaktoroberflächen festzusetzen. Zu diesem Zweck hat der Strom des bewegten Betts aus Teilchenmaterial, Dampf und Sauerstoff mitführendem Gas eine Geschwindigkeit von mehr als 12 m/s (40 Fuss/s) und für eine kurze Zeitspanne, allgemein in der Grössenordnung eines Bruchteils einer Sekunde. Die Reaktionsbedingungen können schnell verändert werden, indem die Anteile von sauerstoffhaltigem Gas, Dampf und kohlenstoffhaltigem Material verändert werden.

Die Vergasungseinrichtung 10, welche den Trocknerabschnitt 11 und den Vergasungsabschnitt 12 zusammen mit einem Ascheendbearbeitungsabschnitt 13 und einer zu beschreibenden Zusatzausrüstung enthält, ist in der Zeichnung im Vertikalschnitt dargestellt. Zusätzlich zu den oben genannten Abschnitten enthält die Einrichtung einen Zufuhrabschnitt 14, einen Gasreinigungs- und -Abgabeabschnitt 15 und einen Ascheabgabeabschnitt 16.

Der Zufuhrabschnitt 14 der Einrichtung enthält einen Schüttbehälter 20 und ein Paar Schleusentrichter 21, 22 zum Aufnehmen von zerkleinertem, pulverisiertem kohlenstoffhaltigem Material, das vergast werden soll. Die Schleusentrichter sind von dem Schüttbehälter 20 durch druckdichte Absperrorgane 24 bzw. 25 isoliert, von denen das Absperrorgan 24 in der geöffneten Stellung und das Absperrorgan 25 in der geschlossenen Stellung dargestellt ist, wobei letzteres den Schleusentrichter 22 von dem Schüttbehälter 20 trennt, während das Absperrorgan 24 das Füllen des Schleusentrichters 21 von dem Schüttbehälter 20 aus ermöglicht.

Der Strom von kohlenstoffhaltigem Material aus den Schleusentrichtern 21, 22 in den Trocknerabschnitt 11 wird durch ähnliche Absperrorgane 26 und 27 an der Unterseite oder dem Auslassende der Schleusentrichter 21 bzw. 22 gesteuert. Der Strom von kohlenstoffhaltigem Material aus den Schleusentrichtern wird durch Sternabsperrorgane 29, 30 unterhalb der Zufuhrabsperrorgane 26, 27 gesteuert, welche das Material einer Speiseleitung 31 zuführen.

Das zu vergasende kohlenstoffhaltige Material wird dem Trocknerabschnitt 11 über die Speiseleitung 31 zugeführt, welche in eine Venturi-Verengung 32 des Trocknerabschnitts mündet, in welcher es von dem Strom von Synthesegas aus dem Vergaserabschnitt 12 mitgerissen wird. Der Kontakt zwischen dem zu vergasenden kohlenstoffhaltigen Material und dem heißen Synthesegas dient zum Trocknen des kohlenstoffhaltigen Materials, um in diesem enthaltene Feuchtigkeit zu entfernen. Zu diesem Zweck enthält der Trocknerabschnitt 11 einen horizontal angeordneten rohrförmigen Trockner 34, dessen Innenflächen mit einer feuerfesten Auskleidung 35 versehen sind. Das kohlenstoffhaltige Material

wird aus der Speiseleitung 31 in das Venturi-Ende 32 des Trockners eingegeben, welches ebenfalls mit einem geeigneten feuerfesten Material ausgekleidet und mit sich erweiternden geneigten Flächen versehen ist. An seinem Auslassende mündet der rohrförmige Trockner über eine Tangentialöffnung 36 in ein Zyklonabscheidergefäß 38, in welchem das getrocknete feste kohlenstoffhaltige Teilchenmaterial aus dem nun feuchten Synthesegas ausgeschieden wird. Der rohrförmige Trockner 34 hat eine ausreichende Länge, damit eine ausreichende Kontaktzeit zwischen dem kohlenstoffhaltigen Material und dem heissen Synthesegas von einer Sekunde oder etwas mehr zur Verfügung steht. Während dieser Kontaktzeit wird das kohlenstoffhaltige Material getrocknet und im wesentlichen sämtliche Feuchtigkeit aus ihm entfernt.

Zum Abscheiden des getrockneten kohlenstoffhaltigen Materials aus dem feuchten Synthesegas hat der Abscheider 38 einen insgesamt kreisförmigen Querschnitt, wobei die Auslassöffnung 36 des rohrförmigen Trockners so angeordnet ist, dass das Gas und das von ihm mitgeführte feste Material insgesamt tangential gerichtet wird. Das getrocknete kohlenstoffhaltige Teilchenmaterial fällt auf den Boden des Abscheiders 38, während das feuchte Synthesegas über ein Wirbelrohr 39 ausströmt.

Das Wirbelrohr 39 leitet das Synthesegas und die darin mitgeführten feinen Teilchen in einen Hochleistungszyklonabscheider 40, in welchem die feinen Teilchen in einem Trichter- teil 41 gesammelt werden, während das feuchte Synthesegas über ein Wirbelauslassrohr 42 ausströmt. Die feinen Teilchen werden aus dem Hochleistungszyklonabscheider über ein Sternabsperrorgan 44 zusammen mit etwas Gas in einen Förderer 45 ausgetragen, welcher die feinen Teilchen und das Gas als Kesselbrennstoff zu einem Dampfkessel leitet.

Das getrocknete kohlenstoffhaltige Teilchenmaterial sammelt sich in dem Trichterteil 46 des Abscheiders 38 und wird durch eine Auslassöffnung 48 in den rohrförmigen Vergaserabschnitt 12 eingeleitet. Der rohrförmige Vergaserabschnitt 12 ist eine insgesamt horizontale rohrförmige Kammer 49 mit einer inneren feuerfesten Auskleidung 50, welche den Hauptvergaserabschnitt begrenzt. An seinem Einlassende ist der Vergaser mit einem Venturi-Abschnitt 51 versehen, in welchen der Auslass 48 des Abscheiders 38 mündet, damit kohlenstoffhaltiges Material in einen Strom von sauerstoffhaltigem Gas und Dampf eingegeben wird, welcher dem Einlassteil 52 des Vergaserabschnitts 12 zugeführt wird. Die feuerfeste Auskleidung 50 kann bei Temperaturen bis zu  $1\ 315\ ^\circ\text{C}$  ( $2\ 400\ ^\circ\text{F}$ ) betrieben werden. Der rohrförmige Vergasungsreaktor 49 hat eine Länge, die ausreicht, um das kohlenstoffhaltige Material und das Sauerstoff und Dampf enthaltende Vergasungsgemisch für eine Zeit von etwa einer Sekunde oder etwas mehr in Berührung zu bringen. Während dieser Zeitspanne werden 90 % oder mehr Kohlenstoff in dem kohlenstoffhaltigen Material in Synthesegas umgewandelt, welches hauptsächlich aus Wasserstoff und Kohlenoxiden besteht. In dem Reaktor wird ein Teil des kohlenstoffhaltigen Materials verbrannt, um die Temperatur auf Reaktionswerte zu erhöhen. Der Durchmesser des rohrförmigen Vergasungsreaktors, der durch die feuerfeste Auskleidung 50 begrenzt wird, ist so gross, dass sich ein kräftiger turbulenter Strom der Reaktionsmaterialien ergibt.

An seinem Auslassende öffnet sich der rohrförmige Reaktor tangential durch eine Öffnung 54 in der Wand eines Zyklonabscheiders 55, welcher eine feuerfeste Auskleidung 56 hat. Der Abscheider 55 weist einen Trichterteil 58 auf, der den Ascheanteil des Vergasungsreaktionsprodukts aufnimmt, während das Synthesegas über eine Auslassleitung 59, welche mit einer feuerfesten Auskleidung 60 versehen ist, zu dem Einlass 61

des Trocknerabschnitts 11 befördert wird. An dem Einlassabschnitt 61 nimmt das heisse Synthesegas in dem Venturi-Durchlass 32 feuchtes, ankommendes kohlenstoffhaltiges Teilchenmaterial auf.

Das heisse Aschematerial aus der Vergasungsreaktion strömt durch den Durchlass 62 zu dem Einlassventurirohr 64 des Aschekühlerabschnitts 13, in welchem es von einem eintretenden Strom aus Dampf und Sauerstoff enthaltendem Gas mitgerissen wird. Der Aschekühler ist ein insgesamt horizontales Rohr 65, welches eine feuerfeste Auskleidung 66 hat. Dampf aus einer Dampfleitung 68 wird mit einem Sauerstoff enthaltendem Gas aus einer Gasleitung 69 vermischt und über eine Leitung 70 dem Venturi-Rohr 64 zugeführt, in welchem es das heisse Aschematerial aus der Vergasungsreaktion mitreisst. Das Gemisch aus mitgerissener Asche, Dampf und Sauerstoff enthaltendem Gas strömt durch die Aschekühlungs- oder -endbearbeitungseinrichtung 65 zu einer tangentialen Öffnung 71 in der Wand eines Ascheabscheiders 72. Der Ascheabscheider ist mit einer feuerfesten Auskleidung 74 und mit einem unteren Trichterteil 75 versehen, in welchem die abgekühlte Asche gesammelt wird. Das aufgeheizte Gemisch aus Dampf und Sauerstoff enthaltendem Gas strömt durch ein Rohr 76, welches eine feuerfeste innere Auskleidung 77 hat, in das Einlassende 52 des Vergasungsabschnitts 12.

Die abgekühlte Asche wird über geeignete Absperrorgane 82, 83 in Schleusentrichtern 80 bzw. 81 des Aschesammelabschnitts 16 gesammelt. Die Asche wird abwechselnd aus jedem der Schleusentrichter 80, 81 über Austragsabsperrorgane 84 bzw. 85 abgeführt. Aus dem Gasstrom in dem Abscheider 72 abgeschiedene Asche wird der Reihe nach den Schleusentrichtern 80, 81 zugeführt, so dass sie in die unter Atmosphärendruck stehende Umgebung abgeführt werden kann.

Im Betrieb wird das kohlenstoffhaltige Material, wie beispielsweise Kohle, Braunkohle, Holzabfälle, Papier oder anderes zu vergasendes kohlenstoffhaltiges Material, zuerst auf eine Teilchengrösse verkleinert, damit die Teilchen in einem turbulenten Gasstrom mitgerissen werden können, welcher sich mit einer Geschwindigkeit von über 12 m/s bewegt. Die bevorzugte Teilchengrösse liegt in der Grössenordnung von 12,5 mm oder darunter und wird in einem geeigneten Brecher oder Shredder (nicht dargestellt) hergestellt. Die kohlenstoffhaltigen Teilchen werden dann in den Schüttbehälter 20 hinaufbefördert, aus welchem das kohlenstoffhaltige Material in einem kontrollierten Strom durch die Schleusentrichter 21, 22 in den rohrförmigen Trocknerabschnitt 11 eingeleitet wird. Die Vergasungsanlage wird insgesamt auf einem Druck oberhalb des Atmosphärendrucks gehalten und die Schleusentrichter 21, 22 gestatten, dass das Teilchenmaterial bei einem Druck, der grösser als der Atmosphärendruck ist, in die Anlage eingegeben werden kann.

Wenn das kohlenstoffhaltige Teilchenmaterial in den Trocknerabschnitt 11 eintritt, wird es von einem sich schnell bewegenden Synthesegasstrom aufgenommen, welcher aus dem Zyklonabscheider 55 mit einer Temperatur in dem Bereich von ungefähr 750 °C bis 1 000 °C austritt. Die Länge des Trocknerrohrs 34 des Trocknerabschnitts 11 ist so gross, dass das kohlenstoffhaltige Teilchenmaterial mit dem heissen Synthesegasstrom für eine Sekunde oder etwas weniger in Berührung bleibt. Während dieser Zeit werden die Oberflächenfeuchtigkeit und das meiste Konstitutionswasser in dem kohlenstoffhaltigen Material verdampft. Diese Verdampfung von Feuchtigkeit und die Erwärmung des getrockneten kohlenstoffhaltigen Teilchenmaterials verringern die Temperatur in dem transportierenden Synthesegasstrom und vergrössern gleichzeitig den Taupunkt desselben. Etwa 90 % des vorgeheizten

kohlenstoffhaltigen Teilchenmaterials werden in dem Zyklonabscheider 38 aus dem Synthesegasstrom ausgeschieden. Das Synthesegas und der Rest des kohlenstoffhaltigen Materials, hauptsächlich pulverförmige Bestandteile, verlassen den Zyklonabscheider 38 an seiner Oberseite über das Wirbelrohr 39 und strömen zu einem Hochleistungszyklonabscheiderabschnitt 15, in welchem wiederum mehr als 90 % des restlichen Teilchenmaterials aus dem Synthesegasstrom entfernt werden. Das in dem Zyklonabscheider 40 gesammelte feine Teilchenmaterial wird zusammen mit einer geringen Leckmenge von Synthesegas aus dem System 15 abgeführt und als Brennstoff direkt einem Dampferzeugungskessel über den Förderer 45 zugeführt.

Das getrocknete und vorgeheizte kohlenstoffhaltige Material, welches in dem Zyklonabscheider 38 gesammelt wird, fällt durch Schwerkraft in den horizontalen rohrförmigen Reaktor oder Vergasungsabschnitt 12, in welchem es mittels des Venturi-Rohrs 51 von einem heissen, äusserst turbulenten Strom eines Gemisches aus Dampf und Sauerstoff enthalten-dem Gas mitgerissen wird, welches an der Oberseite des Zyklonabscheiders 72 über die Leitung 76 austritt. Der Strom von Sauerstoff enthaltendem Gas und Dampf bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von mehr als 12 m/s, was ausreichend ist, dass er beim Hindurchgehen durch das Venturi-Rohr 51 das getrocknete kohlenstoffhaltige Material mitreisst, welches in den rohrförmigen Reaktor 49 eintritt, und dieses Material in einem turbulenten Strom in Schwebe hält. Der horizontale rohrförmige Vergasungsabschnitt 12 hat eine ausreichende Länge, damit das kohlenstoffhaltige Material und das Sauerstoff-Dampf-Vergasungsgemisch für eine Zeit von etwa 1 Sekunde oder etwas länger in Berührung sind. Während dieser Zeitspanne werden 90 % oder mehr des Kohlenstoffs in dem kohlenstoffhaltigen Material in Synthesegas umgewandelt. Ein

Teil des kohlenstoffhaltigen Materials wird verbrannt, um die Maximaltemperatur in dem Reaktor 30 auf etwa 1 250 °C zu steigern. Weil die Vergasungsreaktion endotherm ist, wie oben in Gleichung (1) gezeigt, ist die Temperatur an dem Auslassende des Reaktorabschnitts auf ungefähr 1 000 °C oder etwas weniger verringert.

Von dem Auslassende des Reaktors 49 wird der Gasstrom mit der mitgeführten Asche, den restlichen Kohlenstoffmaterialien und dem Synthesegas in den Zyklon 55 eingeleitet, in welchem die festen Aschematerialien aus dem Synthesegas ausgeschieden werden, welches letzteres von der Oberseite des Zyklons 55 aus dem rohrförmigen Trocknerabschnitt 11 zugeführt wird. Die Asche, welche etwas restlichen Kohlenstoff enthält, wird in dem Abscheider 55 aus dem Synthesegasstrom abgeschieden und fällt durch Schwerkraft in den Venturi-Durchlass 64 des Aschekühlungs- und -endbearbeitungsabschnitts 13. Wenn die Asche in den Venturi-Abschnitt 64 der rohrförmigen Ascheendbearbeitungseinrichtung 65 eintritt, wird sie in einem Strom eines Gemisches aus Sauerstoff enthaltendem kalten Gas und Dampf mitgerissen. In dem Aschendbearbeitungsabschnitt 13 wird der restliche Kohlenstoff in dem Ascheprodukt oxydiert und vergast. Ausser, dass die Asche von ihrem Kohlenstoffgehalt befreit wird, wird sie abgekühlt und gleichzeitig wird das Gemisch aus Sauerstoff enthaltendem Gas und Dampf auf eine Temperatur von etwa 700 °C erhitzt. Die Asche wird in dem Zyklonabscheider 72 aus dem Gasstrom abgeschieden und aus der Anlage ausgetragen.



## BEISPIEL

Braunkohle mit einer in Tabelle 1 angegebenen Zusammensetzung

TABELLE 1

## Braunkohle - Kurzanalyse

<u>Element</u>	<u>Gew.-%</u>	<u>Durchflussleistung kp/h</u>
Flüchtige Bestandteile	26,0	23 145
Fester Kohlenstoff	24,3	21 632
Asche	13,4	11 929
Feuchtigkeit	<u>36,3</u>	<u>32 314</u>
Insgesamt	100,0	89 020

wird dem Trocknerabschnitt mit der Durchflussleistung von 89 020 kp/h zugeführt, in welchem sie in einem Synthesegasstrom bei einer Einlasstemperatur von 990 °C getrocknet wird. Die Braunkohle wird bis auf den Feuchtigkeitsgehalt von im wesentlichen Null getrocknet, aber ohne Pyrolyse oder Oxydation des kohlenstoffhaltigen Materials. 90% der getrockneten Braunkohle, welche die in Tabelle 2 gezeigte Elementaranalyse hat,

TABELLE 2  
Getrocknete Braunkohle, Elementaranalyse  
(Zum Vergaser)

<u>Element</u>	<u>Gew.-%</u>	<u>Durchflussleistung kp/h</u>
C	55,9	28 653
H <sub>2</sub>	3,8	1 946
N <sub>2</sub>	1,2	617
O <sub>2</sub>	18,0	9 226
Asche & Schwefel	<u>21,1</u>	<u>10 814</u>
Insgesamt	100,0	51 256

werden dann dem Vergaserabschnitt mit einer Einlass-temperatur von 232 °C zugeführt, in welchem sie von einem gasförmigen Gemisch, welches Dampf, Sauerstoff und einige Verbrennungsprodukte aus dem Aschenverarbeitungs-/Kühlabschnitt enthält, mit einer Einlasstemperatur von 438 °C, mit gerissen werden, welches die in Tabelle 3 angegebene Zusammensetzung hat.

TABELLE 3  
Reaktionsgaszusammensetzung

<u>Element</u>	<u>Gew.-%</u>	<u>Vol.-%</u>	<u>Durchflussleistung kp/h</u>
CO <sub>2</sub>	3,5	1,7	2 109
N <sub>2</sub>	0,2	0,2	134
O <sub>2</sub>	39,3	27,5	23 437
H <sub>2</sub> O (Gas)	<u>57,0</u>	<u>70,6</u>	<u>34 019</u>
Insgesamt	100,0	100,0	59 699

In dem Vergaserabschnitt reagieren die getrocknete Braunkohle und das heisse Sauerstoff-Dampf-Gemisch und ein Teil der Braunkohle verbrennt, um die Temperatur auf den Reaktionswert von etwa 1 250 °C zu erhöhen. Die getrocknete Braunkohle und das heisse Sauerstoff-Dampf-Gemisch reagieren und erzeugen 99 566 kp/h Synthesegas, welches die in Tabelle 4 angegebene Zusammensetzung hat.

TABELLE 4

## Zusammensetzung des heissen Synthesegases

<u>Element</u>	<u>Gew.-%</u>	<u>Vol.-%</u>	<u>Durchflussleistung kp/h</u>
CO	50,7	34,2	50 548
H <sub>2</sub>	3,6	34,2	3 611
CO <sub>2</sub>	25,7	11,1	25 619
N <sub>2</sub>	0,8	0,5	751
H <sub>2</sub> O	<u>19,2</u>	<u>20,0</u>	<u>19 037</u>
Insgesamt	100,0	100,0	99 566

Eine Menge von 5 450 kp/h getrocknete Braunkohle, die nicht durch den Hauptzyklonabscheider aufgefangen worden ist, welcher sich an den rohrförmigen Trocknerabschnitt anschliesst, wird in dem Hochleistungszyklon gesammelt und einer Kesselanlage zugeführt, um 34 019 kp/h trockenen Dampf bei einer Temperatur von 383 °C und einem absoluten Druck von 31,6 kp/cm<sup>2</sup> zu erzeugen, bei welchen es sich um die Betriebsbedingungen für die Vergaseranlage handelt. Die Menge von Sauerstoff mit einer Reinheit von 99,5%, die in dem Verfahren benötigt wird, beträgt 25 104 kp/h bei einer Einlasstemperatur von 21 °C und einem absoluten Druck von 31,6 kp/cm<sup>2</sup> (450 p.s.i.a.).

Kaltes feuchtes Synthesegas, welches den Trocknerabschnitt verlässt, hat die in Tabelle 5 angegebene Zusammensetzung.

TABELLE 5

## Zusammensetzung des kalten Synthesegases

<u>Element</u>	<u>Gew.-%</u>	<u>Vol.-%</u>	<u>Durchflussleistung kp/h</u>
CO	38,5	25,6	50 548
H <sub>2</sub>	2,5	25,6	3 611
CO <sub>2</sub>	19,1	8,1	25 619
N <sub>2</sub>	0,6	0,4	751
H <sub>2</sub> O	<u>39,0</u>	<u>40,3</u>	<u>51 352</u>
Insgesamt	100,0	100,0	131 881

Dieses Produktgas hat einen oberen Heizwert von 1 450 kcal/m<sup>3</sup>

( 163 BTU per standard cubic foot) eine Sättigungstemperatur von  $190^{\circ}\text{C}$  und einen Wasserdampfpartialdruck von  $12,7 \text{ kp/cm}^2$ .

Es ist zwar zur Veranschaulichung eine Einrichtung nach der Erfindung ausführlich beschrieben worden, es versteht sich jedoch, dass die Erfindung nicht auf die dargestellte spezielle Ausführungsform beschränkt ist.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Einrichtung zum kontinuierlichen Vergasen von kohlenstoffhaltigem Material, mit einem Reaktorabschnitt, einem Trocknerabschnitt und einem Endbearbeitungsabschnitt, dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknerabschnitt (11) feuchtes kohlenstoffhaltiges Teilchenmaterial und heisses Synthesegas aus dem Reaktorabschnitt (12) aufnimmt, dass der Endbearbeitungsabschnitt (13) Dampf und Sauerstoff enthaltendes Gas und einen heisse Asche enthaltenden Rest aus dem Reaktorabschnitt aufnimmt, und dass der Reaktorabschnitt getrocknetes kohlenstoffhaltiges Teilchenmaterial aus dem Trocknerabschnitt und erhitztem Dampf und Sauerstoff enthaltendes Gas aus dem Endbearbeitungsabschnitt aufnimmt, damit eine Reaktion zur Erzeugung von heissem Synthesegas und einem Asche enthaltenden Rest stattfindet.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Abschnitt (11, 12, 13) an seinem Einlassende eine Einrichtung zum Vermischen von Feststoffen und Gasen und an seinem Auslassende eine Einrichtung zum Trennen von Feststoffen und Gasen aufweist.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischeinrichtung am Einlassende jedes Abschnitts (11, 12, 13) ein Venturi-Abschnitt (32, 51, 64) ist und dass die Trenneinrichtung am Auslassende jedes Abschnitts ein Zyklonabscheider (38, 55, 72) ist.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Abschnitte (11, 12, 13) ein horizontal angeordnetes rohrförmiges Teil aufweist und dass diese rohrförmigen Teile jeweils eine feuerfeste Auskleidung (35, 50, 66) auf mindestens einem Teil ihrer Länge haben.

• 19.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktorabschnitt (12) eine ausreichende Länge hat, damit sich eine Reaktionszeit von annähernd einer Sekunde ergibt, und einen so grossen Querschnitt hat, dass sich turbulente Strömungsbedingungen ergeben.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Feststoffe und Gase in jedem Abschnitt (11, 12, 13) sich in einem turbulenten gemeinsamen Strom bewegen.
7. Einrichtung zum kontinuierlichen Vergasen von kohlenstoffhaltigem Material, gekennzeichnet durch einen insgesamt horizontalen, langgestreckten rohrförmigen Reaktor (12), durch eine Einrichtung (51) an dem Einlassende des Reaktors zum Vermischen von getrocknetem kohlenstoffhaltigem Teilchenmaterial mit einem Sauerstoff enthaltendem Gas und Dampf und durch eine Einrichtung (58) an dem Auslassende des rohrförmigen Reaktors, welche erzeugtes heisses Synthesegas von einem Asche enthaltenden Rest trennt, wobei der Reaktor so aufgebaut ist, dass sich in ihm ein turbulenter Strom von Reaktionsmittel und Reaktionsprodukt ergibt.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor (12) mit einer feuerfesten Innenauskleidung (50) versehen ist.
9. Einrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischeinrichtung ein Venturi-Abschnitt ist und dass die Trenneinrichtung ein Zyklonabscheider (58) ist.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, gekennzeichnet durch einen horizontalen rohrförmigen Trocknerabschnitt (11), welcher ein Trocknungsrohr, eine Einrichtung

(32) an seinem Einlassende zum Aufnehmen und Mischen von feuchtem kohlenstoffhaltigem Material mit heissem Synthesegas aus dem Reaktorabschnitt (12) und eine Einrichtung (38) an seinem Auslassende zum Abscheiden von getrocknetem kohlenstoffhaltigem Teilchenmaterial aus dem feuchten Synthesegas aufweist.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, gekennzeichnet durch einen horizontalen rohrförmigen Endbearbeitungsabschnitt (13), welcher ein Endbearbeitungsrohr (65), eine Einrichtung (64) an dessen Einlassende zum Aufnehmen und Mischen von Dampf und Sauerstoff enthaltendem Gas mit einem heisse Asche enthaltenden Rest aus dem Reaktorabschnitt (12) und eine Einrichtung (72) an dessen Auslassende zum Abscheiden von abgekühltem Ascherest aus dem erhitzten Sauerstoff enthaltenden Gas und Dampf enthält.

.21.

